

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02015140
PUBLICATION DATE : 18-01-90

APPLICATION DATE : 24-11-88
APPLICATION NUMBER : 63297964

APPLICANT : KOBE STEEL LTD;

INVENTOR : KAWATANI YOJI;

INT.CL. : C22C 29/14 C22C 19/00 C22C 32/00 // C22C 1/04

TITLE : WEAR RESISTANT POWDER SINTERED ALLOY PARTICULARLY HAVING CORROSION RESISTANCE

ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a wear resistant powder sintered alloy having super corrosion resistance, which is sufficiently stood up even under severe using condition, by containing hardened phase composing of the specific composition of Ni base or Co base alloy containing B, Cr, Mo, etc., in the matrix having noble corrosion potential.

CONSTITUTION: Base alloy of Ni (a part or all of is is substituted with Co)-Mo (a part or all of it is substituted with W)-Si-Cu (a part or all of it is substituted with one or more kinds of Pt, Ag and Au) is produced with the atomized method. Successively, after adding and mixing suitable quantity of Cr and B or chromium boride of CrB, etc., to this base alloy, this is heated at the suitable temp. By this method, at the same time of progressing the sintering, Cr and B or CrB, etc., are diffused into the base alloy powder as Cr and B after once melting, to obtain the aimed sintered alloy having fine structure. This sintered alloy is hard alloy containing 15-95% hardened phase composing of M_3B_2 phase (M is Ni or Co, Cr, Mo or W) structure in the above matrix.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑫ 公開特許公報(A)

平2-15140

⑤Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 ⑬公開 平成2年(1990)1月18日
 C 22 C 29/14 8825-4K
 19/00 Z 6813-4K
 32/00 7047-4K
 // C 22 C 1/04 B 7619-4K
 審査請求 未請求 請求項の数 6 (全8頁)

⑭発明の名称 特に耐食性に優れた耐摩耗粉末焼結合金

⑰特 願 昭63-297964

⑱出 願 昭63(1988)11月24日

優先権主張 ⑳昭63(1988)3月24日㉑日本(JP)㉒特願 昭63-70714

⑳発 明 者 森 下 政 夫 兵庫県神戸市須磨区千守町2丁目7-49

㉑発 明 者 川 谷 洋 司 兵庫県加古川市上荘町都台3丁目2-16

㉒出 願 人 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

㉓代 理 人 弁理士 中 村 尚

明 細 書

1. 発明の名称

特に耐食性に優れた耐摩耗粉末焼結合金

2. 特許請求の範囲

(1) M_2B_2 相(M: Ni又はCo、Cr、Mo又はW)組織よりなる硬質相をマトリックス中に15～95%含む硬質合金であって、該硬質合金全体における含有量(wt%)がB: 0.5～9.0%、Cr: 14.0～35.0%、Mo及びWの1種又は2種: 14.0～50.0%、Si: 3.5%以下、Cu、Ag、Au及びPtの1種又は2種以上: 0.5～20.0%であり、残部がNi及びCoの1種又は2種と不可避的不純物からなると共に、マトリックスが負な腐食電位を有することを特徴とする耐食性に優れた耐摩耗粉末焼結合金。

(2) 請求項1に記載の硬質合金が更に5.0%以下のFeを含有する合金であることを特徴とする耐食性に優れた耐摩耗粉末焼結合金。

(3) 請求項1又は2に記載の硬質合金が、Cu、Ag及びAuの1種又は2種以上を4.0～20.0

%含有し、残部がNi及び不可避的不純物からなる合金であることを特徴とする耐食性に優れた熱膨張係数が大きく耐割れ性に優れた粉末焼結合金。

(4) 請求項1又は2に記載の硬質合金が、Cu、Ag及びAuの1種又は2種以上を0.5～4.0%含有し、残部がNi及び不可避的不純物からなる合金であることを特徴とする耐食性に優れた耐摩耗性に優れた粉末焼結合金。

(5) マトリックスの腐食電位が-350mV以上貴である請求項1、2、3又は4のいずれかに記載の合金。

(6) 請求項3又は4に記載の合金を母材鋼にライニングしたことを特徴とする耐食性に優れた熱膨張係数が大きく耐割れ性に優れた複合部品。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、 M_2B_2 相よりなる硬質相と、該硬質相を結合する結合相とからなり、耐食性に優れると共に、或いは更に耐摩耗性又は熱膨張係数が大

きく耐割れ性に優れた粉末焼結合金に関する。
(従来の技術及び解決しようとする課題)

従来より、硬質材料としては、WC基超硬合金、自溶性溶射合金、高速度鋼などがあり、耐摩耗性が良好であることから、射出成形機のシリンダー、スクリー等々の機械部品や、工具材料、その他の各種分野で使用されている。

しかし乍ら、高速度鋼の場合は、Fe基であるため、基本的に耐食性に問題がある。また超硬合金や溶射用合金の場合も、耐食性に問題を残している。

特に、フッ素樹脂の射出押し出し成形機用の材料としては、強腐食性の特にフッ素などのハロゲンガスにも耐え得る超耐食性が要求されている。また、フッ素樹脂、フッ素ゴムの成形体を切断、切削加工する場合にも、腐食性ガスが発生するために、腐食・摩耗対策が重要となっている。

本発明は、これらの問題を解決するためになされたものであって、過酷な使用条件にも充分耐え得る超耐食性を有する新規な合金を提供すること

を目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

上記目的を達成するため、本発明者らは、以下のような点に留意し、新規な耐食合金の開発に努めた。

超硬合金や溶射用合金などのように硬質相と結合相(マトリックス)を含む合金の場合には、硬質相がカソードとなり、腐食電位の卑な結合相がアノードとなって局部電池が形成されるために、マトリックスが優先腐食される。

そこで、本発明者らは、このような硬質相と結合相(マトリックス)を含む合金について、マトリックスに種々の合金元素を添加し、マトリックス相の電位を上昇させることにより、硬質粒子と腐食電位を均等化させ、超耐食性が得られる合金組成及び組織を見い出すべく鋭意研究を重ねた結果、ここに、耐食性に優れ或いは更に耐摩耗性に優れた粉末焼結合金を開発したものである。

また、この研究開発結果に基づいた更に研究を重ねた結果、耐食性に優れると共に、特に熱膨張

- 3 -

係数が大きく、複合部品のライニング材料として用いたときに優れた耐割れ性を有する粉末焼結合金を開発するに至ったものである。

すなわち、本発明に係る耐食性及び耐摩耗性に優れた粉末焼結合金(第1発明)は、 M_3B_2 相(M: Niの他はCo、Cr、Mo又はW)よりなる硬質相をマトリックス中に15~95%含む硬質合金であって、該硬質合金全体における含有量がB: 0.5~9.0%、Cr: 14.0~35.0%、Mo及びWの1種又は2種: 14.0~50.0%、Si: 3.5%以下、Fe: 5.0%以下、Cu、Ag、Au及びPtの1種又は2種以上: 0.5~4.0%であり、更に必要に応じてFe: 5.0%以下を含有し、残部がNi及びCoの1種又は2種と不可避的不純物からなると共に、マトリックスが貴な腐食電位を有することを特徴とするものである。

また、本発明に係る耐食性及び耐摩耗性に優れた粉末焼結合金は、上記第1発明における硬質合金が、Cu、Ag及びAuの1種又は2種以上を0.5~4.0%含有し、残部がNi及び不可避的不純

- 4 -

物からなる合金であることを特徴とするものである。

更にまた、本発明に係る耐食性に優れ且つ熱膨張係数が大きく耐割れ性に優れた粉末焼結合金は、上記第1発明における硬質合金が、Cu、Ag及びAuの1種又は2種以上を4.0~20.0%含有し、残部がNi及び不可避的不純物からなる合金であることを特徴とするものである。

以下に本発明における化学成分等の限定理由を説明する。なお、成分の含有量は合金全体に対する重量%である。

Si: 3.5%以下

Siは合金表面に緻密な SiO_2 の皮膜を形成して凝着摩耗を抑止する作用があり、また合金溶湯の流動性を高め、脱酸剤としても有効な元素である。しかし、3.5%を超えると珪化物を生成し、靱性に悪影響を及ぼすので、Si量は3.5%以下とする。

B: 0.5~9.0%

BはNi、Cr、Mo、W、Coと硬質の窒化物を

形成して耐摩耗性、特にアブレシブ摩耗の向上に寄与する元素である。これらの作用を効果的に発揮させるためには、Bを0.5%以上含有させる必要がある。しかし、6.0%以上になると合金の靱性の低下を招き、9.0%を超えると工具用としても使用できない程靱性が劣化してしまう。したがって、成形機のシリンダー等の部品としては6.0%以下が好ましく、B量は0.5~9.0%の範囲とする。

Cr: 14.0~35.0%

Crは合金を不動態化させ、硝酸等の酸化性雰囲気に対する耐食性を増大させる作用を有するが、不動態化させるための臨界値は14.0%以上であるので、少なくとも14.0%以上のCr量が必要である。また、CrはBと共に硬質の硼化物を形成して耐摩耗性向上に寄与する作用がある。しかし、35.0%を超えると硝酸などの還元性雰囲気に対する腐食抵抗の低下を招くようになる。したがって、Cr量は14.0~35.0%の範囲とし、14.0~30.0%が好ましい。

- 7 -

CrBなどの硼化物のようなセラミックス粒子をマトリックスに分散させた場合、腐食電位の卑なマトリックスがアノードとなり、貴なセラミックス粒子がカソードとなり、局部電池が形成されるためにマトリックスが優先腐食される。そのため、セラミックス粒子のような第2相を分散させた場合、マトリックスの電位を上昇させ、耐食性を高めなければならない。この問題を解決するため、本発明者が研究した結果、Cu、Ag、Au及びPtが有効にマトリックスの電位を上昇させ、耐食性を向上させることを見出したのである。

この効果を有効に発揮させるためには、0.5%以上のCu、又はCuの一部若しくは全部をAg、Au及びPtの1種又は2種以上で置換した貴金属の添加が必要である。しかし、4.0%を超えて添加しても、その効果は飽和し、むしろ、合金が軟化して耐摩耗性を低下させる傾向が生じる。したがって、耐摩耗性の観点からは、貴金属の量は0.5~4.0%の範囲とし、Cu、Ag、Au及びPtの1種又は2種以上を添加することが好まし

Mo、W: 14.0~50.0%

Moは硝酸などの還元性雰囲気に対する腐食抵抗を増大させる作用があり、耐孔食性を維持するために14.0%以上のMo量が必要である。また、MoはCrと同様、Bと共に硬質の硼化物を形成して耐摩耗性向上に寄与する作用がある。しかし、50.0%を超えると合金の靱性低下を招くので好ましくない。また、鉄鋼材料と接合する場合も、Mo量が50.0%を超えると熱膨張係数に差異を生じるため、好ましくない。したがって、Mo量は14.0%~50.0%の範囲とし、14.0~35.0%が好ましい。

なお、WはMoと同様、硝酸など還元性雰囲気に対する腐食抵抗を増大させる作用があり、Moの一部又は全てと置換することができる。この場合もMo又はMoとWの合計含有量は上記の範囲である。

Cu、Ag、Au、Pt:

これらの貴金属元素はマトリックスに固溶し、耐食性の向上に著しく寄与する元素である。

- 8 -

い。

更にまた、熱膨張係数の調整の観点からCu、Ag及びAuの1種又は2種以上を添加する場合には、本合金がNi基の場合に限り、耐割れ性の向上を目的として4.0~20.0%の範囲で添加することができる。すなわち、これらのCu、Ag、Auは同様の効果があるのでCuの添加について説明すると、Cu添加による耐食性向上の効果は、4.0%までで充分であり、4.0%以上20.0%以下では耐摩耗性の低下を考慮しなければ耐食性は維持できる。しかし、本発明者らの研究により、4.0~20.0%の範囲での添加は驚くべきことに本合金系の熱膨張係数を大きくする働きがあり、耐割れ性を向上できるので、特に複合部品のライニング材料として好適であることが判明した。すなわち、熱膨張係数とは、温度の増加に伴い、結晶格子間の振動が大きくなるため、生ずる現象である。電子論的観点に立つと、結晶格子をつくる原子間の結合が強くなるほど格子振動が小さく、熱膨張係数は小さくなる。一方、原子間の

結合力が弱くなるほど格子振動が大きくなり、熱膨張係数が大きくなる。本系合金の添加元素のうち、Cr、Mo、W、Si、CoはNiとの原子間の結合力が強いため、マトリックスの熱膨張係数を小さくする元素である。一方、CuはNiとの原子間の結合力を減少させるため、格子振動が大きくなり、マトリックスの熱膨張係数を大きくする元素である。また、金属組織学的観点に立つと、Cuは、短範囲でクラスタリングする傾向をもち、熱膨張係数を増大する働きを有する。本合金系の場合、Cuが20.0%までの添加で、その熱膨張係数はライニングされる母材である機械構造用鋼の熱膨張係数の値、 $14 \times 10^{-6} (\text{℃}^{-1}) (25 \sim 600 \text{℃})$ の値に近似する値($12 \sim 14.5 \times 10^{-6} (\text{℃}^{-1})$)を示すことが判明した。それ以上を添加すると、合金が軟化し、また機械構造用鋼よりも大きな熱膨張係数をとるので、HIP後のライニング合金に引張残留応力が働き、割れ易くなる。したがって、以上の理由から、熱膨張係数を大きくして耐割れ性を向上するために、Cu、

Ag及びAuの1種又は2種以上を4.0～20.0%の範囲で添加することができる。

Fe: 5.0%以下

Feは還元性雰囲気中の塩酸に対する耐食性を改善する働きがあるものの、それ以外の特性改善効果はなく、むしろ本発明では不純物として扱われる。ただ、合金溶製工程でBを添加する場合に高価な金属BよりもFeB合金の形で添加する方が安価であり、この場合、Feが必然的に含まれてくる。Feが含まれる場合、5.0%を超えて含まれると還元性の塩酸、酸化性の硝酸に対する耐食性が急激に劣化するので、含まれるFe量は5.0%以下までは許容される。

Ni、Co: 残部

Niは耐食性の向上に効果のある元素であり、特にハロゲンガスに対する耐食抵抗が大きいので、残部はNiとする。

なお、NiをCoで置換すると SO_2 ガスに対する耐食性が向上する働きがあり、Ni量の95.0%までをCoで置換してもよい。Niの全量をCo

- 11 -

で置換するとハロゲンガスに対する耐食性が劣化するので好ましくない。

上記化学成分を有する本合金の場合、 M_2B_2 相組織よりなる硬質相を15～95%の範囲で含む組織であることが必要である。硬質相が15%未満では耐摩耗性が不十分となり、また95%を超えるとワイルド係数が8以下となり、脆性が增大するため、好ましくない。

本合金は、以下の製造方法により粉末焼結合金とするのが適切である。

すなわち、本合金の場合、耐食性を付与する硬化物は(Ni、Cr、Mo) $_2\text{B}_2$ であり、またNiの一部又は全部をCoで置換し或いはMoの一部又は全部をWで置換した硬化物である。

そこで、まず、Ni(一部又は全部をCoで置換) - Mo(一部又は全部をWで置換) - Si - Cu(一部全部をPt、Ag及びAuの1種又は2種以上で置換)の母合金をアトマイズ法で製造する。これに、Cr及びB又はCrBなどのクロムボライド(その他、CrB $_2$ 、Cr $_2$ Bを含む)を適量添加混合した

- 12 -

後、適当な温度に加熱すれば、焼結の進行と同時に、Cr及びB又はCrB等は一旦溶解した後、母合金粉末中にCr及びBが拡散し、上記硬化物平衡相が微細に生成し、微細な組織を有する焼結合金を得ることができる。

(実施例)

以下に本発明の実施例を示す。

実施例 1

第1表に示す化学成分(wt%)を有する合金について、Ni - (Co) - Mo - (W) - Si - (Cu - Pt - Au - Ag)アトマイズ合金粉末に、CrBをHIP中で反応焼結させることにより、各種合金を製造した。

得られた各試料につき、硬さを測定すると共に、耐食性試験、耐摩耗試験及び抗折力試験を行った。それらの結果を第3表に示す。

なお、耐食試験片としては、 $6.5 \text{ mm} \phi \times 10 \text{ mm}$ のものを用い、これを50℃に保持した10%弗酸中に100hr浸漬し、腐食減量を測定して耐食性を評価した。摩耗試験は、大越式摩耗試験

機を用い、比摩耗量を測定して耐摩耗性を評価した。

また、貴金属元素のCuの添加効果を明らかにするため、第2表に示した試料①～④をHIP焼結法で製造し、標準電極をカラメル電極として50℃、10% HF 溶液中に浸漬し、合金の腐食電位の測定も行った。

まず、腐食電位の測定結果について考察する。

第2表中のNo 1、No 2及びNo 17は、第1表に示した組成の合金であり、第2表中、負の値の大きいもの(貴な方向)ほど、HF 溶液中に溶け込みにくい傾向をもっている。

Ni-15Cr合金(④、マトリックス)にCuを添加した場合(No ⑤)、Ni-15Cr-15Mo合金(No ⑥)にCuを添加した場合(No ⑦)は、No ⑤や⑥に比べても腐食電位が貴な方向に移行することがわかる。なお、 M_3B_2 セラミックス相(硬質相)は、貴な電位を示している。

一方、No 17の本発明合金(No ⑧)は、Ni-Cr-Mo系合金(結合相)に M_3B_2 相を晶出させたも

のであり、Cuの添加でマトリックスを貴としたために、局部電池作用が小さく、マトリックス-セラミックス相の複合組織合金であっても、腐食電位が貴である。

つまり、マトリックス金属の腐食電位は、硬質相の腐食電位との差がないほど良いことがわかる。この点、硬質相の種類によって腐食電位が異なる。その絶対値乃至臨界値的に特定はし難いが、マトリックス(硬質)相の腐食電位が大体-350mV以上貴であれば耐食性は確保できるものと推定される。

以上の基礎的データをもとに、第3表の結果を説明する。

No 1、No 2の従来材及びNo 3～No 14の比較材は、耐食性、耐摩耗性、抗折力の何れかの要件に問題がある。

すなわち、従来材のNo 1は、耐摩耗合金として著名なNi基の自溶性合金であるが、耐摩耗性は良好であるものの、第2表に示した腐食電位も卑であり、セラミックス相とマトリックス相の局部

- 15 -

電池作用が大きいと、第3表のとおり、極めて耐食性が悪い。

従来材No 2は、耐食性に優れたNi-Cr-Mo合金で、固溶体合金であるため、局部電池作用が小さく、耐食性は良好(第2表に示した腐食電位も貴)であるが、第3表のとおり、耐摩耗性に問題がある。

また比較材のNo 3～No 5はそれぞれ、Mo、Si、Bが過剰に添加されているため、抗折力が低下している。No 6は、Crが過剰に添加されているため、耐食性が劣化している。No 7～No 11はそれぞれ貴金属元素が添加されており、局部電池作用が抑制されているため、耐食性は良好であるが、過剰に添加されているため、耐摩耗性が低下している。No 12～14は、貴金属元素が添加されているが、添加量が少ないため、局部電池作用が十分に抑制されておらず、耐食性に問題がある。

これらに対し、No 17～No 23に示した本発明合金は、極めて優秀な耐食性、耐摩耗性並びに抗折力を兼備していることが明らかである。すなわ

- 16 -

ち、Ni、Co、Cr、Mo、W、Si、Bの各元素が適量に調整されていると共に、貴金属元素が局部電池作用を有効に抑制しているためである。なお、No 12は、NiがCoで過剰に置換されているために弗酸に対する耐食性が低下しており、No 13は、Wが過剰に添加されているため、抗折力に懸点があるが、用途によっては問題がない。

〔以下余白〕

- 17 -

- 18 -

第 1 表 合金の化学成分 (wt%)

	No	Cr	Mo	Si	B	W	Cu	Co	Fe	Ni	そ の 他
従 来 材	1	13.5	—	4.3	3.0	—	—	—	4.7	Ba2	—
	2	15.3	15.6	—	—	3.6	—	—	4.6	Ba2	—
比 較 材	3	15.0	54.3	3.0	8.0	—	1.0	—	—	Ba2	—
	4	21.0	34.0	6.0	2.5	3.0	1.5	4.0	1.0	Ba2	—
	5	18.0	40.1	2.5	11.0	2.0	1.0	1.0	1.0	Ba2	—
	6	37.0	16.1	2.5	2.5	1.0	1.0	2.0	0.5	Ba2	—
	7	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	6.0	2.0	2.0	Ba2	—
	8	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	—	2.0	2.0	Ba2	6.0 Ag
	9	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	—	2.0	2.0	Ba2	6.0 Ag
	10	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	—	2.0	2.0	Ba2	6.0 Pt
	11	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	2.5	2.0	2.0	Ba2	—
	12	15.0	25.0	3.0	3.0	—	—	2.0	2.0	Ba2	0.1 Ag, 0.1 Au
	13	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	0.1	2.0	2.0	Ba2	0.05 Pt, 0.1 Au
	14	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	0.1	2.0	2.0	Ba2	0.05 Pt, 0.05 Ag
本 発 明 合 金	15	15.0	25.0	3.0	3.0	1.0	1.0	48.0	2.0	2.0	—
	16	15.0	25.0	3.0	3.0	27.4	1.0	2.0	2.0	Ba2	—
	17	15.0	15.0	3.0	3.0	—	1.0	—	—	Ba2	—
	18	15.0	25.0	3.0	3.0	—	1.0	33.0	—	20.0	—
	19	15.0	15.0	3.0	2.5	12.0	1.0	10.0	2.0	Ba2	0.5 Au, 1.5 Ag, 0.5 Pt
	20	15.0	25.0	3.0	2.5	1.0	—	5.0	2.0	Ba2	1.0 Au
	21	15.0	25.0	3.0	2.5	1.0	—	5.0	2.0	Ba2	1.0 Ag
	22	15.0	25.0	3.0	2.5	1.0	—	5.0	2.0	Ba2	1.0 Pt
	23	20.0	20.0	3.0	4.5	8.0	1.0	5.0	2.0	Ba2	0.5 Au, 0.5 Ag, 1.5 Pt

- 19 -

第 2 表 合金の腐食電位

No	合 金	腐食電位 (mv)	備 考
①	No 1 (第 1 表)	-578 (卑)	従 来 材
②	No 2 (")	-301 (貴)	"
③	No 17 (")	-352 (卑)	本発明合金
④	Ni-15Cr	-493 (卑)	比較材
⑤	Ni-15Cr-1Cu	-435 "	"
⑥	Ni-15Cr-15Mo	-293 "	"
⑦	Ni-15Cr-15Mo-1Cu	-258 "	"
⑧	M ₂ B ₂	+401 (貴)	"

(注) ⑧はセラミック粒子である。

第 3 表 合金の特性

No	硬さ (mHv)	腐食減量 (HF/mg)	摩 耗 量 (mm ³ /kg・mm)($\times 10^{-3}$)	抗折力 (kg/mm ²)	腐食 電位	
1	642	82.5	2.4	105	卑	従来材
2	439	16.5	146.0	96	貴	
3	1013	13.8	0.8	117	"	比較材
4	951	17.2	1.8	107	"	
5	1089	15.5	0.6	83	"	
6	779	22.4	2.3	121	卑	
7	615	15.0	6.1	205	貴	
8	608	14.8	6.9	198	"	
9	605	14.5	7.1	184	"	
10	618	14.7	6.7	202	"	
11	598	14.3	6.6	195	"	
12	663	24.6	2.8	208	卑	
13	678	22.5	2.7	248	"	
14	663	23.7	2.8	235	"	
15	708	28.3	2.2	223	貴	本発明合金
16	997	15.5	1.9	124	"	
17	578	14.8	2.9	204	"	
18	723	15.2	2.4	235	"	
19	755	15.0	2.1	252	"	
20	641	14.3	2.6	245	"	
21	643	14.6	2.5	244	"	
22	653	14.8	2.4	251	"	
23	765	14.2	2.1	207	"	

- 21 -

実施例 2

第 4 表に示す化学成分(wt%)を有する合金について、実施例 1 の場合と同様に、Ni-Mo-Si-Cuアトマイズ合金粉末にCrBを添加混合してHIP中で反応焼結することにより、同表に示す組成の合金を製造した。

得られた試料につき、実施例 1 の場合と同様に、硬さを測定すると共に耐食性試験を行い、更に熱膨張係数を測定した。それらの結果を第 5 表に示す。

第 5 表より、本発明合金 No 1 ~ No 4 はいずれも熱膨張係数が大きく、 $12.0 \sim 14.5 \times 10^{-6}$ (°C⁻¹) の範囲の値を示し、耐食性も良好であるのに対し、比較合金 No 5 は熱膨張係数が大きくなりすぎることがわかる。なお、硬さはCu添加量の増加と共に低下する傾向がある。

次いで、本発明合金をライニング合金として用いて第 2 図に示す射出成形機用 2 軸シリンダーを製造したところ、内径 60mmφ のものまでは熱膨張係数が 12.0×10^{-6} (°C⁻¹) でも製造が可能

であった。なお、同図において、1 は機械構造用鋼 (SCM440) からなるシリンダー、2 は本発明合金のHIPによるライニング層、3 はフランジ、4a~5b は各々ボルト締結用の孔であり、実際の成形機にあつては同図のシリンダーが 6 ~ 10 本直列に締結されて長軸のシリンダーが構成される。従来、60mmφ 以上の内径の大型シリンダーになるとライニング合金の熱膨張係数が 12.0×10^{-6} (°C⁻¹) 以下の場合、母材との熱膨張係数差による残留応力により、冷却過程や内面の放電加工中に割れが発生するという問題が生じていた。母材の設計を工夫してシリンダー形状に成形するまで割れの発生を抑制しても、原料押入口のホッパー孔をエンドミルで加工する際にクラックが発生した。そのため、60mmφ 以上の内径の大型シリンダーを製造する場合には、ライニング合金として熱膨張係数が $12.0 \sim 14.5 \times 10^{-6}$ (°C⁻¹) である合金が必要であり、本発明合金が好適であることが確認された。

第 4 表 合金の化学成分 (wt%)

No	Cr	Mo	B	Si	Cu	Ni	備 考
1	17.5	24.0	3.6	2.9	1.0	Bal	本発明合金
2	"	"	"	"	5.0	"	"
3	"	"	"	"	10.0	"	"
4	"	"	"	"	18.0	"	"
5	"	"	"	"	22.0	"	比較合金

第 5 表 合金の特性

No	熱膨張係数 $\times 10^{-6} (^\circ\text{C}^{-1})$	耐食性	硬さ (nHv)	備 考
		腐食減量(HF)(mg)		
1	12.0	15.5	786	本発明合金
2	12.6	14.8	742	"
3	13.3	14.7	714	"
4	14.3	14.7	685	"
5	14.7	15.1	653	比較合金

(注1) 熱膨張係数は25~600℃の間の値である。

(注2) 腐食電位は全て貴である。

- 24 -

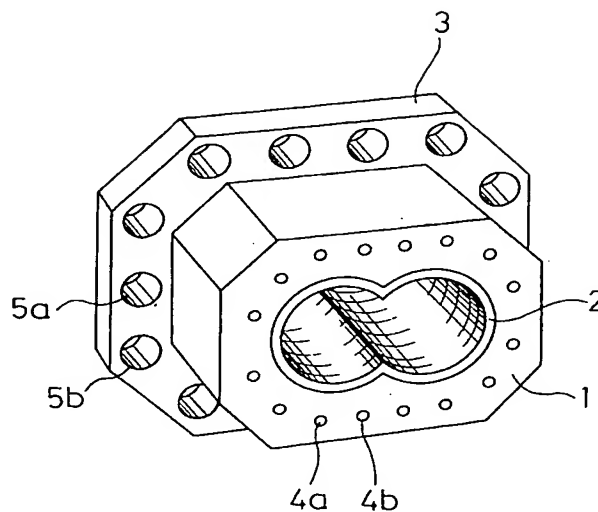
(発明の効果)

以上詳述したように、本発明の粉末焼結合金は、耐食性に優れた合金として高性能であり、更には耐摩耗性にも優れており或いは熱膨張係数が大きく耐割れ性も優れている合金を提供することができるので、耐食性が要求される分野のみならず、耐食性と共に耐摩耗性が要求される分野や、複合部品の材料としても使用できる。特に射出成形機のシリンダー(複合シリンダーを含む)、スクリュウなどの機械部品や、工具材料に好適である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る射出成形機用2軸シリンダーの斜視図である。

1…シリンダー、2…ライニング層、3…フランジ、4a、4b、5a、5b…ボルト締結用孔。



特許出願人 株式会社神戸製鋼所
代理人 弁理士 中 村 尚